

餐饮业油烟道火灾研究综述*

谢正文^{1,2}, 梁晓瑜², 袁巧², 曲方²

(1. 中南大学 资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083;

2. 中国计量学院 安全与环保研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要: 从餐饮业油烟道火灾事故统计出发, 概括了我国油烟道火灾事故分类、事故原因分析、油烟道火灾探测、灭火剂、灭火设备的研究进展, 分析了我国油烟道火灾的研究与国外的差距, 并指出了我国在油烟道火灾领域存在的问题, 最后提出了防治油烟道火灾的思路。

关键词: 餐饮业油烟道; 火灾综述; 灭火剂; 灭火设备

中图分类号: F719.3; X928.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2009)04-0089-06

随着我国经济的高速发展和城市规模的不断扩大, 饮食服务业得到了迅速的发展。酒店、宾馆、食堂等快速的增加导致了由餐饮业厨房产生的油烟量越来越大, 由此产生的烟道火灾也是屡屡出现。据统计, 2003年北京市发生厨房油烟管道火灾83起, 北京市仅2004年3月, 就发生餐饮业烟道火灾22起^[1]。2004年长春市餐饮场所仅厨房排油烟机引起的火灾事故就达100余起^[2]。在上海、南京、苏州、包头、广州等地均有烟道引起火灾的报道^[3]。随着具有高能量输入率的高效烹饪设备的发展和具有高自燃温度的植物油的广泛使用, 商业烹饪区火灾对生命和财产的潜在风险不断增加。统计数字表明, 在旅馆、餐馆和快餐部发生的所有意外火灾中, 大约50%都起源于厨房^[3]。1997年, 加拿大近30%的住宅火灾与烹饪有关, 造成51人死亡、653人受伤以及0.726亿美元的财产损失^[4]。表1统计了国内外部分公开报道的油烟道火灾事故案例。

烟道火灾的发生和传播原因很复杂, 从发火方面考虑主要是管理不到位, 防火意识淡漠, 对烟道的油烟没有及时清理, 造成了烟道油垢的大量沉积, 当遇到适当的点火源时就会发生火灾。另一方面, 火灾发生以后没有有效的控制手段, 使小火发展成为大火, 从而造成了较大的财产损失。为防止此类火灾事故的发生, 可以采用油烟净化的方法, 将从厨房排出的油烟进行必要的净

化处理, 再通过烟道排入大气。但是, 就目前的油烟净化装置和技术还不能够完全将所有油烟中的可燃物去除, 油垢沉积将是不可避免的。因此, 既是有了良好的油烟净化设备, 如果不采取有效的防火措施, 要想完全避免烟道火灾的发生也是极为困难的。从本质安全的理念出发, 在烟道中设置火灾自动报警灭火装置不失为一种可行的方法。烟道内一旦发生火灾, 灭火装置能够自动启动, 可将火灾消灭在萌芽状态^[5,6]。但是, 目前市场上的自动灭火装置均是适用于大空间或特定建筑, 而适合烟道环境的火灾探测及自动报警灭火装置还没有见到报道。

由于大型餐饮业的烟道火灾不仅可能造成巨大的财产损失和人员伤亡, 而且会产生极坏的社会影响, 研究和开发能够及时有效地控制此类火灾的发生和蔓延的装备是非常必要的。由鉴于此, 综述了国内厨房油烟道火灾的相关成果旨在为相关部门制定减灾对策及战略决策提供科学依据和重要参考。

1 餐饮业油烟火灾分类

油烟是指食物烹饪和食品加工过程中挥发的油脂、有机物及热氧化和热裂解产生的混合物, 以及燃料燃烧产生的废气, 包括燃料废气和油烟废气两大类^[21]。混合气体在离开锅灶上升过程中与

* 收稿日期: 2009-06-14

基金项目: 浙江省科技计划项目(2007C203063)

作者简介: 谢正文(1981-), 男, 湖南湘潭人, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 火灾安全及防护技术。

E-mail: xiezhengwen@cjlu.edu.cn

表 1 部分公开报道的油烟道火灾事故

年份	国家地区	地点	危害	文献
2000	中国台州	黄岩阳光大厦	造成了 23 万多元的直接经济损失	[6]
2000	美国休斯敦	某快餐厅	两休斯敦消防员在一快餐厅火灾当中丧生	[7]
2001	中国南京	南京大学第二学生食堂	整个食堂烧毁	[8]
2001	美国 Florida	St. Petersburg 餐馆	\$ 50 000 损失	[7]
2001	美国哥伦比亚	MO 快餐店	\$ 900 000 损失	[7]
2002	中国重庆	海天大酒店	酒店 13 层的餐厅油烟管道, 并蔓延到该酒店的 21 层, 直接经济损失 9.7 万元, 过火面积 520 m ²	[9]
2002	中国重庆	中天大酒店	出动 200 多名消防官兵、20 余辆消防车, 直接经济损失 600 多万元	[10]
2003	中国北京	中国大饭店职工餐厅	饭店与国内外通讯中断十几个小时, 饭店的声誉受到很大影响	[11]
2004	巴拉圭亚松森市	市郊的一家超市	造成 509 人死亡, 144 人失踪, 引发火灾的罪魁祸首是餐饮区烤肉炉的烟囱拐弯处油垢堵塞、着火	[12]
2005	中国桂林市	桂盐饭店	100 余名房客成功逃离火灾现场, 烧毁排烟管道及厨房用具一批	[13]
2006	中国宁波	世贸大楼	2 500 多人的紧急疏散, 10 个消防中队的 150 名消防官兵出警, 22 辆消防车参与灭火	[14]
2006	中国杭州	杭州剧院	16 辆消防车 45min 的全力扑救	[15]
2007	中国湖北	新王牌宴酒店	38 人受伤	[16]
2007	中国兰州	黄海渔港酒店	出动消防车 18 辆, 战斗员 143 人, 用水 36t	[17]
2007	中国湖州	万家灯火大酒店	出动 5 辆消防车 30 名消防官兵	[18]
2008	美国拉斯韦加斯	蒙特卡洛酒店	楼内赌客、宿客及工作人员迅速撤离, 火势持续一个多小时	[19]
2008	中国义乌	义亭镇一酒店	23 人被救出, 15 人被送往医院救治, 其中 11 人经抢救无效死亡	[19]
2009	中国辽源	雅柏国际大酒店	交警部门对附近主要街道进行了疏散和戒严, 出动多辆消防车, 数十名消防队员	[20]

液面外的空气分子碰撞, 温度迅速下降至 60℃ 以下, 饱和蒸汽压下降, 形成含冷凝物的气溶胶, 和被抽走的含烟尘气体一起, 最终形成食油及食品在高温下的挥发物及其冷凝物气溶胶、水气及含烟尘所组成的烹调油烟外排。油烟的扩散过程或在被吸油烟机排出室外时, 会由于周围较冷的空气进行热交换而导致油烟温度降低, 这时原来以气体形式存在或者以悬浮微粒存在的物质(如水蒸气、油蒸汽等)会夹带着混合在一起的各种固体微粒沉积、粘附在室内物体以及吸油烟机的表面上, 形成凝油层, 而且这种凝油层堆积的速度相当之快, 可以在很短的时间内就形成较厚的油垢层。油烟道火灾就是由于烟道系统内沉积的油垢在遇到火源而引起的^[3]。

按我们国家的标准, 火灾通常分为 4 类: A 类火灾主要是指含炭类生物质火灾, 如木材、棉、毛、麻、纸张等; B 类火灾是指油类物品以及一些可融化的无机物, 如汽油、柴油、煤油、乙醇、甲醇以及石蜡、沥青、塑料制品等; C 类火灾是指气体火灾, 如煤气、天然气等; D 类火灾是指金属火灾, 如钾、钠、镁、铝镁合金等。通常食用油

的平均燃烧速率比烃类油的平均燃烧速率大, 与其他类型的液体火相比食用油火很难被扑灭^[22,23], 这是因为烹饪时食用油被加热到很高的温度, 接近其闪点。由于现在的油锅设计成更加有效防止热量散失的结构, 这延缓了油温的降低, 因此一旦食用油燃烧起来, 很难把它的表面温度降至燃点以下。正因为食用油火灾有很多不同于烃类油火灾的行为, 在国外它被单独划分为一类火灾, 即 K 类火灾^[24,25]。因此, 从可燃物构成可以将餐饮业油烟道火灾归类为 K 类火灾。

2 餐饮业油烟火灾原因分析

由于受建筑设计本身的限制并考虑到建筑的成本, 大型酒店、宾馆、食堂等建筑的厨房产生的油烟通常不能直接排至室外, 而是在灶台上方布置排烟管道和风机, 将灶具燃烧废气和灶台烟气一并通过管道和风机排出厨房。油烟道的设计范围是从灶具和锅台上方的排气口到室外, 其长度通常都在 10 m 以上。在灶台附近通常不采取专门的防火措施, 风机极易将高温油烟气和带有火

星的灶具燃烧废气同时吸入风管内, 引燃管道内的油垢发生火灾。而发生在排烟管道中的火灾如果没有得到及时有效的控制, 将会蔓延到临近的建筑, 造成更大范围的火灾。对油烟道火灾的影响因素分析, 有助于深入的了解油烟道火灾的发生规律和致灾原因。安全系统工程中的鱼刺图^[26]、事故树^[3]、事件树^[27]均有应用到火灾原因分析中。概括起来造成餐饮业油烟道火灾的原因可以分析为以下 3 个方面。

2.1 可燃物

由于厨房长年要与煤炭、气火打交道, 因其场所的特殊性, 所以其所处的环境相对比较恶劣^[28]。在这样的条件下, 燃料燃烧过程中产生的不完全燃烧物以及油气蒸发产生的油烟比较容易在油烟道内积聚, 特别是油烟道的拐角处。如果不能及时地清洗, 日积月累, 会形成一定厚度的油垢, 附着于油烟道和抽油烟机的表面。因为这些油垢都是长时间沉积下来的老油, 所以一旦有火苗窜入油烟道内, 这些油垢将会迅速被点燃, 而且火势传播相当快。再来就是这些油垢的燃烧速度相对于新油会缓慢一些, 而且比较容易复燃。

2.2 火源

油烟道内部火源的来历有 3 种可能: ①厨师在烹饪食物时用油不慎或者操作不当致使油锅起火, 在油烟道运作过程中的巨大的吸力作用下, 火苗随油烟被吸入油烟道; ②油烟道内的油垢自燃产

生, 因为被吸入的烟气自身温度相当高, 油垢在高温的作用发生了氧化自燃; ③在拆卸油烟道时, 切割油烟道产生的火花、火焰。

2.3 人为因素

油烟道灭火系统或者火灾探测系统的损坏, 还是灭火系统的未启动, 其原因都是由于人员的疏忽管理所造成的。如果管理得当使得灭火系统、探测系统处于正常工况就能正常的完成探测和灭火工作。另外, 厨房操作人员安全常识差, 责任心不强, 在未断火、断气、断油火或正在烧油炒菜时脱岗, 人为造成失火^[29]。而且很多人见到着火的时候都会产生恐惧、慌乱, 不能采取有效的方法来扑灭火灾, 或者采取消极的逃避方式来处理初期火灾。

3 油烟道火灾探测技术研究

火灾探测技术研究是通过各种参量的传感器将火灾燃烧产生的气体、烟雾颗粒、火焰、热辐射、热膨胀以及燃烧音等参量从环境中提取出来, 并通过识别算法判断是否发生火灾; 力图实现火灾早期的发现和报警, 从而最大限度的为火灾扑救和人员疏散争取时间^[30]。油烟道系统环境极其复杂, 主要是感温探测、气体探测、感烟探测应用于该领域, 具体的技术及优缺点如表 2 所示。

表 2 烟道火灾探测技术及存在的优缺点

探测类型	种类	探测原理	存在优点	存在不足
感温探测	双金属片式、易熔合金	利用金属不同热膨胀系数、温升后易熔合金	①结构简单, 电路少; ②可靠性高, 误报率低; ③可做成密封结构, 防潮防火防腐性好, 可在恶劣环境中使用	①灵敏度低、探测速度慢、报警时间迟; ②对阴燃火灾往往不响应, 难满足火灾早期报警要求
	水银接点	水银接点动作		
	玻璃球	玻璃球熔化		
	热敏电阻、热电偶 气压力膜盒	热敏电阻改变、热电偶产生电流 空气膨胀等原理		
气体探测	煤气燃气泄漏探测器	多利用敏感元件铂遇可燃气体氧化, 改变自身电阻的原理	可提前报警时间	可燃气体的腐蚀作用会降低探测器的灵敏度, 需定期清理
	光电感烟火灾探测器	烟粒子对光的散射效应的原理	①可提前报警时间; ②光电感烟探测对浅色烟雾十分敏感; ③无放射性污染; ④环境湿度变化对它影响很小	①不适于不透明或粒径 $< 0.4 \mu\text{m}$ 的不可见烟及黑色烟雾; ②灰尘、水汽/油雾等影响难完全消除, 不适于一些特殊场所, 如厨房、井下等
感烟探测	离子型感烟火灾探测器	利用电离后离子受烟雾粒子影响使电离电流减小		①控制范围窄, 不适于燃烧缓慢、阴燃火及燃烧初期产生大颗粒黑烟的火灾; ②温度性差, 误报率高, 灵敏度受环境影响大; ③有放射性污染, 生产储存、报废困难

厨房油烟作为引起探测器误报火警的主要因素之一,是最常见的误报源。中国科学技术大学谢启源,袁宏永,郭慧亮,利用火灾探测综合模拟实验平台研究了厨房油烟引起的感烟火灾探测器误报^[31],对厨房油烟与真实火灾烟气对感烟火灾探测器激励作用进行了比较,测定并分析了厨房油烟与真实火灾烟气中 CO 与 CO₂ 浓度的差异,结果表明单纯依靠探测烟雾作为火灾是否发生的判据,无法区分厨房油烟与真实火灾烟气,若增加 CO 与 CO₂ 体积分数值作为火灾判据,即采用综合烟、CO 和 CO₂ 的多元复合探测技术,则能有效

减少甚至消除由于厨房油烟引起的误报警。

4 油烟道灭火方法及设备

4.1 厨房用灭火剂

厨房专用灭火剂是针对厨房的火灾特点而开发的,最早出现于 1980 年代,又称“动植物油灭火剂”^[7]。目前,应用于厨房灭火装置的灭火剂主要有干粉、泡沫以及通过细水雾等^[32],扑灭火灾,其灭火原理、优缺点分析如表 3 所示。

表 3 厨房用灭火剂种类及优缺点

类型	灭火原理	存在优点	存在不足
水成膜灭火剂	基于很低浓度的碳氟表面活性剂水溶液在油面上的铺展	使油与空气隔绝,而且泡沫受热蒸发产生的水蒸气还可以降低油面上氧的浓度,水溶液的铺展作用又可带动泡沫迅速流向尚未灭火的区域进一步灭火	环境问题不容忽视、我国该灭火剂的生产还处于起步阶段
干粉灭火剂	均相机理、吸热灭火机理	成本低,应用范围广,灭火速度快	普通干粉灭火的冷却作用甚微、易复燃
泡沫灭火剂	水的冷却作用和泡沫隔绝空气的窒息作用	应用范围广、灭火性能投资少、对人体无毒害	灭火设备复杂,投资大
细水雾灭火剂	汽化冷却作用、窒息作用、阻隔辐射热作用	灭火速度较快,对环境也没有污染,而且可以大大降低火灾中的烟气体积百分比及毒性,冷却火场温度	灭火剂不可压缩、占地面积大

4.2 厨房灭火设备

早在 20 世纪 60 年代,厨房火灾就已引起美国消防管理部门的高度重视。1994 年,美国消防协会制定了《商业烹调设备中通风设备管理及防火要求》(NFPA96)、美国保险商实验室颁布了 UL300《UL300-1996 保护饭店烹饪区域的灭火系统的着火测试的 UL 安全标准》、国际标准化组织 ISO 和国际海事组织 IMO 也相继起草了关于厨房灭火装置的产品标准和应用标准。而我国曾在《建筑设计防火规范》修订版(GBJ16-87(97 修订版))中规定:商店、旅馆等公共建筑中营业面积大于 500 平方米的餐厅、其烹饪操作间的排油烟罩及烹饪部位宜设置自动灭火装置。2004 年公安部颁布了产品的行业标准,《厨房设备灭火装置》(GA498-2005),该标准是在参考了国外产品标准的基础上,又考虑到国内厨房的状况,系统地规定了适合我国厨房现状的灭火装置。

1962 年,ANSUL 提出自动饭店灭火概念,当时厨房失火是造成饭店损失的重大原因之一。从那以后工程和材料技术领域的进步帮助 ANSUL 饭店灭火系统成为世界头号食品行业消防解决方案。ANSUL 提供的 R-102_{TM} 和 PIRANHA® 灭火系统,

是商用厨房灭火产品的领先品牌。ANSULR-102 灭火系统喷射 ANSULEX 液体灭火剂,可快速扑灭和冷却发热的表面,与此同时产生一个强大的蒸汽防护层,防止死火复燃。

近几年我们国家在厨房灶台灭火设备开发上也取得一定成果,例如:ZCQY 型厨房烹饪设备自动灭火装置,其灭火系统由灭火剂储瓶与机械驱动装置、关断燃料阀机构、雾化喷头与管网、感温易熔金属探测器与控制管路、手动应急启动等组成。ZSC 型固定式厨房灶台自动灭火装置,主要是在参照美国 NFPA96、NFPA17A 及国内相关标准设计,其灭火剂采用 SD 型高效水系灭火剂,该装置具备火灾自动探测、自动实施灭火、自动切断燃料供给、灭火后自动切换喷射冷却水进行冷却防止复燃、冲洗管道等功能;还具有自动关闭风机、关闭火场中应该关闭的电源、自动输出信号至消防控制中心发出警报的功能。

5 国内外厨房灭火技术的差距分析

1946 年,美国消防协会首次对宾馆、酒楼商

业用厨房灶台颁布了 NFPA96《鼓风机安装、灰粒清除排放》标准,但当时并未对厨房灶台提出防火要求。1962年,美国 ANSUL 公司相继向市场推出了针对宾馆、酒楼厨房灶台防护的 R2100、R2101 型自动灭火装置。1982年,ANSUL 公司又推出了 R2102 型,该系统综合 R2100 型和 R2101 型的优点,在喷射湿剂型灭火剂灭火后,又能自动切换成喷水状态,从而达到了灭火后进行冷却,防止高温油锅复燃的目的,进一步增强了灭火效果,并能冲洗管道喷嘴。1994年,美国消防协会在 NFPA96《商业烹调设备中通风设备管理及防火要求》的最新版本中对厨房灶台明确提出了安装灭火系统的要求,并要求该灭火系统必须具有在发生火灾后能自动启动灭火装置、自动切断燃料源、切断风机运转、切断通风设备以下的所有电源供给(易遭灭火系统喷射)的功能,同时还必须有紧急制动装置和防止油锅复燃的功能,对灭火系统的使用、维护也提出了相应的要求。

国内外厨房灭火技术的差距主要表现在:

(1) 对厨房火灾观念上的认识落后

国外已将厨房火灾列为第 5 类(k 类)火灾,而国内目前仍将厨房动植物油火灾归类在 B 类火灾,没有考虑到厨房动植物油火灾在燃烧特性和灭火技术方面与其他液体易燃物的本质区别,观念的落后阻碍了厨房灭火技术的创新和产品的换代,使厨房火灾至今缺乏基本的控火思路。

(2) 在标准制定方面的差别^[7]

国内目前有《厨房设备灭火装置》(GA498-2004)标准,该标准仅限于灶台灭火保护,《厨房设备灭火装置技术规程》(CECS233-2007)规程,对公共建筑内设置的厨房设备灭火装置的工程设计、施工、验收及维护管理提出了具体规定。而国外标准可以包括: NFPA10《手提式灭火器标准》,该标准明确了厨房火灾为 K 类火灾,对厨房专用灭火器的相关要求作了规定; NFPA17A《厨房专用灭火系统》标准; NFPA96《商业厨房烹调操作的通风和防火》标准; UL300《餐饮烹调区灭火系统测试》标准。以上标准在国际上被认为是有关厨房灭火的权威性标准,其内容详尽,要求高,可作为我国发展厨房灭火技术的借鉴。

(3) 厨房自动灭火系统

国内在技术水平和成熟程度方面与国外相比,还有一定差距,但差距不大,在功能方面,已完全能达到厨房自动灭火系统的要求。

6 存在的主要问题及解决思路

由于近年来厨房油烟引起的火灾的频发及其巨大的危害,目前在一定程度上已经引起了人们的重视,但是大多还只是停留在管理层面^[10]。例如北京市和南京市均出台了专门针对饮食业的消防管理办法^[33]。在技术上,对于这些大型饮食业厨房的防火设备有了一些研究,例如以充填超细粒的干式灭火系统、特殊配置的水系灭火系统和泡沫灭火系统,但是这些研究实质上只是对传统灭火系统改造,更为关键的是这些设备主要是针对厨房内发生的火灾而研制和开发的。对于饮食业油烟道火灾的专门研究尚未见到相关的报道。

关于饮食业油烟以及烟道火灾方面的研究,国内外主要集中在油烟污染的净化^[34]、油烟的排放技术^[35]、油烟成分及其危害分析^[36]等方面,研究的重点主要是厨房油烟的危害、对环境的危害以及治理方面。关于自动报警和灭火装置方面的研究相对比较,但是这些研究主要针对的是普通建筑,特别是针对开敞空间的火灾,而针对对象烟道这样特殊的限定空间和特殊的燃烧介质的研究比较少^[37]。

6.1 存在的主要问题

(1) 油烟道火灾发生和发展规律问题

油烟在烟道系统内沉积规律、烟道火灾的发生机理和传播规律还缺乏系统深入的研究;

(2) 油烟道油垢燃烧特性问题

对于油烟道火灾的可燃物——油垢的物理特性,包括油垢密度、比热容、导热系数、燃烧热值等基本参数;燃烧特性参数,包括油垢着火温度、燃烧动力学、热解动力学等内容缺乏系统的研究。

(3) 油烟道火灾探测问题

厨房油烟道系统环境比较复杂,油烟容易覆盖在火灾探测传感器表面影响传感器的反映灵敏度,造成误报,迟报。如何选择合适的火灾探测方法和设备来克服不良的环境条件降低误报、迟报对油烟道火灾扑灭工作有着重要的意义。

(4) 油烟道系统内部火灾自动灭火设备问题

现有的厨房灭火设施均是针对灶台设计,而很少有针对油烟道排烟系统的专门的灭火设备。

6.2 解决思路

目前国内由于油烟引起的火灾时有发生,但是对于烟道火灾的发生机理和传播规律还缺乏系

统深入的研究;国内还没有专门针对餐饮业烟道火灾的自动防灭火系统装备;在建筑和防灭火设计规范中,对于餐饮业厨房烟道的设计也没有统一的规定。

(1) 油烟在烟道系统内流动、沉积规律模拟;

(2) 通过实验研究得出油烟道油垢燃烧特性,建立油垢燃烧和热解动力学方程,得出油垢的着火温度、指标气体等参数;

(3) 通过理论研究和实验室模拟,得到餐饮业厨房烟道火灾的发火机理及火灾蔓延规律;

(4) 提出有效的烟道火灾控制和处理方法。即研究开发烟道火灾自动报警和灭火系统,主要包括参数控制系统、自动阀反馈联动系统、灭火系统等。

(5) 有关油烟道设计、施工、验收等方面的规范和标准的制定。

从本质化安全角度出发从油烟道着火特性入手设计制造符合这一特殊环境的火灾探测、报警和灭火系统才能最大限度的减少饮食业烟道火灾的发生。

参考文献:

[1] 田华. 烟道油垢上月起火二十二起[N]. 北京日报, 2004-04-02(3).

[2] 赵明. 浅谈餐饮场所火灾及预防[EB/OL]. <http://www.cc119.net/hm/xfwx.asp?ID=311&yid=60>, 2007-06-01/2009-02-10.

[3] 郑如, 谢正文, 袁巧. 油烟道火灾事故模糊事故树分析[J]. 安全, 2009, 30(1): 5-8.

[4] 王晔. 用细水雾灭火系统扑救食用油火[J]. 消防技术与产品信息, 2006, (1): 56-60.

[5] 林震. 浅谈烟道火灾特点及原因[J]. 消防技术与产品信息, 2008, (2): 29-30.

[6] 严晓龙, 傅杉. 商业用厨房火灾的防护[J]. 浙江消防, 2002, (2): 35.

[7] U. S. Fire Administration/National Fire Data Center. Restaurant Fires [J]. Topical Fire Research Series, 2004, 4(3): 1-5.

[8] 傅尧信, 薛跃华. 厨房火灾及相关灭火技术[J]. 消防科学与技术, 2006, 25(S1): 43-44.

[9] 罗启才. 一起抽油烟管道火灾的勘查认定[J]. 消防科学与技术, 2003, 22(6): 544-545.

[10] 佟笑凯. 商业用厨房油烟道火灾防护[J]. 北方消防, 2003, (4): 32-33.

[11] 北京市公安局消防局. 关于厨房油烟管道火灾频繁发生的通报[EB/OL]. <http://www.bjxfj.gov.cn/default3.aspx?id=527>. 2005-04-17/2009-08-11.

[12] 安全文化网. 2004年国外十大火灾[EB/OL]. <http://www.anquan.com.cn/Article/Class13/Class18/200507/22380.html>. 2005-07-21/2009-06-01.

[13] 2005年因酒店厨房长期未清洗而发生火灾的案例, [EB/OL]. http://www.clen.org/article_detail.asp?id=215, 2009-01-02/2009-02-10.

[14] 丁伟, 孙岑. 宁波世贸中心e咖啡店发生火灾[EB/OL]. <http://news.cnnb.com.cn/system/2006/03/01/005082908.shtml>. 2006-03-01/2008-12-02.

[15] 李敏, 王坚颖. 杭州繁华商业中心地带发火灾-都是烟道惹的火[EB/OL]. <http://www.zjol.com.cn/05zjnews/system/2006/03/25/006534683.shtml>. 2006-03-25/2008-12-02.

[16] 中国消防在线·中国网. 湖北宜昌消防官兵扑救新王牌酒店火灾事故纪实[EB/OL]. http://119.china.com.cn/mhqx/txt/2007-06/20/content_1648757.htm, 2006-06-20/2009-02-10.

[17] 吴建平, 张云飞, 万国强, 等. 兰州黄海渔港“6·25”火灾事故原因分析[J]. 消防科学与技术, 2008, 27(9): 703-705.

[18] 新疆消防网. 大酒店厨房火灾浙江湖州消防官兵成功扑救[EB/OL]. http://www.xjxf.com/Article_Show.asp?ArticleID=6335. 2007-02-13/2009-06-13.

[19] 北京市清江源技术服务有限公司. 2008年因酒店厨房长期未清洗而发生火灾的案例[EB/OL]. <http://www.bjgjy.com.cn/s18.html>. 2009-06-13.

[20] 高光大. 辽源一五星级酒店五楼厨房昨发生火灾[EB/OL]. <http://www.jlsina.com/news/2009-04-17/46914.shtml>. 2009-04-17/2009-08-11.

[21] 王震平, 叶永飞. 警惕厨房油烟脱排系统火灾[J]. 上海消防, 2003, (2): 84-84.

[22] Edwards N. A new class of fire [J]. Fire Prevention, 1998, (310): 8-9.

[23] Voelkert C. Out of the frying pan [J]. Fire Prevention, 1998, (314): 24-26.

[24] Liu Z G, Andrew K, Don C, et al. Extinguishment of cooking oil fires by water mist fire suppression systems [J]. Fire Technology, 2004, (40): 309-333.

[25] Fang Yudong, Zhang Yongfeng, Lin Lin, et al. Experimental studies on interaction of water mist with class K fires [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51(24): 3053-3058.

[26] 梁晓瑜, 尤理明, 谢正文, 等. 餐饮业油烟道火灾调查研究[J]. 消防技术与产品信息, 2009, (2): 64-66.

[27] 谢正文, 吴超, 袁巧, 等. 饮食业油烟道火灾的模糊事件树分析[J]. 火灾科学, 2009, 18(1): 10-14.

[28] 沈晓阳. 厨房油烟道火灾的预防[J]. 火警, 2005, 5: 16-16.

[29] 何涛, 杨照广. 浅谈厨房烟囪和抽油烟管道防火安全之对策[J]. 中国消防, 2004, (9): 54-54.

[30] 郭健, 王汝琳, 李明. 火灾探测技术的现状及发展方向[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2004, 23(2): 208-210.

[31] 谢启源, 袁宏永, 郭慧亮. 厨房油烟引起感烟火灾探测器误报实验研究[J]. 消防设备研究, 2003, 23(6): 504-507.